

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

## ESTIMASI HERITABILITAS DAN RESPONS SELEKSI PERSILANGAN IKAN GURAMI (*Osphronemus goramy* Lac.)

Sularto<sup>#</sup>, Rita Febrianti, dan Suharyanto

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan

### ABSTRAK

Ikan gurami (*Osphronemus goramy* Lac.) dikenal sebagai ikan yang lambat tumbuh. Perbaikan mutu genetik dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut, salah satunya adalah melalui program seleksi. Pembentukan populasi dasar dengan menggabungkan persilangan empat populasi Kalimantan, Jambi, Majalengka (M), dan Tasikmalaya dilakukan untuk meningkatkan keragaman genetik. Tujuan penelitian ini untuk mengestimasi nilai heritabilitas dan respons seleksi karakter pertumbuhan bobot ikan gurami hasil persilangan empat populasi gurami sebagai populasi dasar. Persilangan dilakukan dengan rasio jantan: betina (1:1) dan terbentuk 12 famili. Seleksi dilakukan menggunakan metode seleksi famili berdasarkan karakter bobot. Parameter yang diamati adalah karakter pertumbuhan bobot. Data yang digunakan untuk perhitungan estimasi heritabilitas dan respons seleksi adalah data bobot pada umur 11 bulan. Dari data tersebut digunakan untuk menghitung koefisien keragaman (CV), diferensial seleksi (S), estimasi nilai heritabilitas ( $h^2$ ), estimasi respons seleksi (R), dan *standard error* (SE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi dasar yang terbentuk memiliki nilai estimasi heritabilitas 0,4991 yang termasuk kategori tinggi, diferensial seleksi sebesar 124,22 g; sehingga mendapatkan nilai estimasi respons seleksi sebesar 62 g atau (18,2%).

**KATA KUNCI:** estimasi heritabilitas; ikan gurami; respons seleksi

**ABSTRACT:** *Heritability and response to selection estimated from crosses four population of giant gourami (*Osphronemus goramy* Lac.). By: Sularto, Rita Febrianti, and Suharyanto*

*Giant gourami (*Osphronemus goramy* Lac.) is known as a slow growing fish. Genetic improvement can be done to overcome this obstacle; one way is through the selection program. Formation of base population by combining cross four populations can increase genetic diversity. The crosses four populations were: Kalimantan (Borneo), Jambi, Majalengka, and Tasikmalaya. The purpose of this study was to estimate the heritability and response to selection of characters in length and weights of giant gourami from four crosses population as the base population of synthetic material. Crossings were made with the ratio of male: female (1:1) to form 12 families. Selection was made after 11 months old fish. Selection was done using the family selection method based on the body weight character. Observations were conducted on parameter the body weight (BW). The data was used to calculate the coefficient of variance (CV), the selection differential (S), the estimated heritability ( $h^2$ ), the estimated selection response (R), and standard error (SE). The result showed an estimated heritability value was 0.4991 and categorized as high level, amounting to 124.22 g of selection differential, so the estimated selection response value was 62 g (18.2%).*

**KEYWORDS:** *heritability estimate; giant gourami; response to selection*

### PENDAHULUAN

Ikan gurami merupakan salah satu komoditas asli Indonesia dan termasuk ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi yakni harga di pasaran sekitar Rp 30.000,00–Rp 40.000,00/kg; namun dari aspek

pertumbuhannya ikan ini dikenal sebagai ikan yang lambat tumbuh. Hal ini merupakan tantangan, serta kendala dalam kegiatan budidaya. Ikan gurami yang memiliki karakter tumbuh cepat perlu dibentuk dalam upaya mendukung para pembudidaya untuk meningkatkan produktivitasnya.

Di Indonesia terdapat beberapa strain/populasi ikan gurami yang memperlihatkan perbedaan karakter. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk menambah

<sup>#</sup> Korespondensi: Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Jl. Raya 2 Pantura Sukamandi, Patokbeusi, Subang 41263, Jawa Barat, Indonesia. Tel.: + (0260) 520662  
E-mail: [sularto61@yahoo.com](mailto:sularto61@yahoo.com)

keragaman genetik terutama untuk mendapatkan gurami unggul khususnya untuk karakter tumbuh cepat. Perbaikan mutu genetik dapat dilakukan melalui program seleksi, hibridisasi maupun rekayasa genetik. Seleksi dimaksudkan untuk mengubah fenotipe kuantitatif dari rata-rata populasi dengan cara mengeksploitasi genetik aditif yang bertanggung jawab terhadap pewarisan sifat yang menguntungkan dari induk kepada anaknya. Populasi dengan koefisien variasi besar lebih memudahkan eksploitasi. Oleh karena itu, perbedaan bobot rata-rata individu yang terseleksi dengan bobot rata-rata populasi semakin besar akan memudahkan seleksi. Jumlah varian genetik yang terdapat dalam fenotipe kuantitatif dari suatu populasi sangat menentukan keberhasilan program seleksi. Apabila jumlah varian tersebut kecil, maka nilai yang dapat dieksploitasi juga kecil sehingga menyulitkan program seleksi.

Pembentukan populasi dasar ikan gurami dengan menggabungkan persilangan empat populasi dimaksudkan untuk meningkatkan keragaman genetik sebagai bahan dasar untuk seleksi dalam rangka pembentukan ikan gurami unggul tumbuh cepat. Peningkatan nilai keragaman genetik akan memberikan peluang atau memudahkan proses seleksi. Untuk melihat potensi genetik perlu dicari keragaman genetik yang meliputi estimasi nilai koefisien keragaman, heritabilitas, diferensial seleksi, dan estimasi nilai respons seleksi. Gjedrem (2005) menyatakan bahwa heritabilitas adalah salah satu parameter yang paling berguna dalam pemuliaan hewan. Heritabilitas menunjukkan proporsi fenotipik yang berasal dari faktor genetik. Selanjutnya dikatakan bahwa besarnya nilai heritabilitas perlu diketahui ketika merencanakan program pemuliaan, serta ketika memprediksi respons seleksi. Menurut Hofer (1998), estimasi heritabilitas berguna untuk menduga efektivitas kegiatan seleksi. Falconer & Mackay (1996) menegaskan bahwa fungsi yang paling penting dari heritabilitas dalam studi pengukuran karakter genetik adalah sebagai peran prediktif, mengungkapkan keandalan dari nilai fenotipik sebagai panduan untuk nilai pemuliaan. Suatu heritabilitas bernilai tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar dari varian fenotipik adalah akibat varian genetik aditif, dan bahwa respons seleksi yang lebih besar dapat diharapkan, sedangkan ketika heritabilitas rendah, efek lingkungan memberikan kontribusi yang lebih besar untuk varian fenotipik dari efek genetik aditif (Gjedrem, 2005).

Meskipun heritabilitas merupakan salah satu faktor yang menentukan apakah seleksi akan efektif atau tidak, standar deviasi dan koefisien variasi seleksi juga berperan menentukan apakah populasi mempunyai

variasi fenotipe yang cukup untuk mencapai target melalui seleksi. Standar deviasi memberikan gambaran jelas mengenai ukuran fenotipe kuantitatif terendah (Friars & Smith, 2010).

Seleksi merupakan program pemuliaan untuk mendapatkan keturunan yang memiliki keunggulan suatu karakter, dengan cara mendapatkan individu atau famili yang terpilih dalam upaya untuk mengubah rata-rata populasi pada generasi berikutnya atau yang disebut respons seleksi. Menurut Hofer (1998), perubahan atau respons seleksi adalah produk dari diferensial seleksi dan heritabilitas.

Menurut Nugroho *et al.* (1993), terdapat perbedaan morfologi dan potensi pertumbuhan beberapa strain ikan gurami. Ikan gurami asal Kalimantan Selatan, Jambi, Majalengka, dan Tasikmalaya merupakan ikan gurami yang tumbuh endemik. Selain itu, juga belum ada informasi lebih jauh tentang keragaman dan kedekatan genetik dari keempat populasi tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai estimasi heritabilitas dan respons seleksi 12 famili ikan gurami hasil persilangan empat populasi, yakni: Kalimantan, Jambi, Majalengka, dan Tasikmalaya sebagai pembentuk populasi dasar sintetik gurami tumbuh cepat.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan pada bulan Februari 2014 sampai dengan bulan Mei 2015. Wadah penelitian yang digunakan berupa kolam tanah berukuran 400 m<sup>2</sup> dibagi menjadi 12 sekat untuk kolam pemijahan. Pemijahan induk ikan gurami menggunakan rasio jantan betina (1:1). Hewan uji yang digunakan adalah benih ikan gurami hasil persilangan empat populasi ikan gurami yang berasal dari Kalimantan Selatan (K), Jambi (strain Batang hari) (J), Majalengka (M), dan Tasikmalaya (T) berumur 11 bulan.

Tahap persiapan meliputi 12 pemijahan dari empat strain ikan gurami. Induk betina yang digunakan berbobot sekitar 2,5 kg, sedangkan induk jantan berbobot 3 kg. Pakan induk yang digunakan adalah pakan apung komersial dengan kadar protein 31–33% dan pakan tambahan berupa daun sente masing-masing sebanyak 2% dari biomassa per hari. Frekuensi pemberian pakan induk gurami adalah dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Induk ikan gurami yang digunakan adalah untuk populasi Kalimantan Selatan diperoleh dari hasil tangkapan alam dari Sungai Riam Kanan, untuk populasi Jambi berasal dari domestikasi BBAT, Jambi yang merupakan strain Batanghari, populasi Tasikmalaya berasal dari Balai Pengembangan

Tabel 1. Persilangan empat populasi ikan gurami

Table 1. Crossing of four giant gourami populations

♀/♂	K	J	M	T
K	KK	KJ	KM	KT
J	JK	JJ	JM	JT
M	MK	MJ	MM	MT
T	TK	TJ	TM	TT

Keterangan: Gambar yang diarsir pasangan induk yang tidak memijah, sehingga tidak didapatkan keturunannya (K= Kalimantan, J= Jambi, M= Majalengka, T= Tasikmalaya)

Remarks: The shaded image pair parent did not spawn, so it did not get offspring (K= Kalimantan, J= Jambi, M= Majalengka, T= Tasikmalaya)

Produksi Budidaya Air Tawar (BPPBAT) yang merupakan strain Galunggung hitam, populasi Majalengka berasal dari hasil budidaya masyarakat. Skema persilangan dari 4 populasi adalah seperti tertera pada Tabel 1.

Telur hasil pemijahan dimasukkan ke dalam waskom plastik untuk ditetaskan dengan kepadatan 75 butir/L. Setelah kuning telur habis (berumur tujuh hari), larva ikan dipindahkan ke akuarium yang berukuran panjang 100 cm x lebar 60 cm dan tinggi 12,5 cm dengan kepadatan 80 ekor/L selama satu minggu. Pakan yang digunakan setelah tujuh hari adalah pakan alami cacing sutera secara *ad libitum*. Setelah itu, benih ikan dipindahkan ke kolam beton berukuran 25 m<sup>2</sup> dengan kepadatan 100 ekor/m. Pakan benih gurami berupa pakan buatan komersial berbentuk tepung (kadar protein minimal 40%) dengan *feeding rate* (FR) 20% per hari selama dua minggu, dilanjutkan dengan pakan berbentuk pelet berukuran 0,7-1 mm (kadar protein 39%-41%) dengan FR 15% selama empat minggu. Setelah itu, dilanjutkan dengan pakan berbentuk pelet berkadar protein 31%-33% dengan FR 10%. Benih diberi pakan dua kali sehari. Benih yang telah berumur dua bulan mulai diberi pakan hijauan berupa daun sente sebanyak 2%.

Benih berumur tiga bulan kemudian dipindahkan ke kolam tanah berukuran 400 m<sup>2</sup> dengan kedalaman air 80-100 cm yang disekat dengan waring menjadi 12 sekat dengan kepadatan 50 ekor/m<sup>2</sup>. Pakan yang diberikan berupa pelet apung komersial berkadar protein 31%-33% sebanyak 3% dan daun sente 2%. Setelah benih berumur tujuh bulan, kemudian dilakukan penjarangan dengan kepadatan 25 ekor/m<sup>2</sup>, selanjutnya ikan dipelihara sampai berumur 11 bulan. Seleksi dilakukan berdasarkan karakter bobot setelah ikan ikan berumur 11 bulan dengan kisaran bobot 250 g. Pada umur sebelas bulan, belum dapat dibedakan jantan dan betina. Parameter yang diukur adalah: bobot

(menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g), koefisien keragaman (CV), diferensial seleksi (S), estimasi nilai heritabilitas (h<sup>2</sup>), estimasi respons seleksi (R), dan *standard error* (SE).

#### Koefisien Keragaman (CV)

$$CV = \frac{SD}{X} \times 100$$

di mana:

SD = standar deviasi  
X = rata-rata populasi

#### Diferensial Seleksi (S)

Diferensial seleksi dihitung berdasarkan bobot rata-rata populasi awal dan bobot rata-rata populasi terseleksi.

$$S = X^1 - X$$

di mana:

S = diferensial seleksi  
X<sup>1</sup> = rata-rata bobot populasi terseleksi  
X = rata-rata populasi

#### Estimasi Nilai Heritabilitas (h<sup>2</sup>)

Untuk mengestimasi nilai heritabilitas dalam arti luas, diperlukan estimasi nilai varian genotipe (σ<sub>s</sub><sup>2</sup>) dan varian fenotipe (σ<sub>w</sub><sup>2</sup>) dan dihitung dengan rumus Warwick *et al.* (1995) sebagai berikut:

$$h^2 = \frac{2\sigma_s^2}{\sigma_w^2 + \sigma_s^2}$$

#### Nilai komponen keragaman:

$$\sigma_s^2 = \frac{KT_s - KT_w}{k}$$

$$\sigma_w^2 = KT_w$$

di mana:

KTs = kuadrat tengah antar famili  
 KT<sub>w</sub> = kuadrat tengah kelompok anak dalam famili  
 dw<sup>2</sup> = ragam antar individu dalam kelompok anak  
 ds<sup>2</sup> = ragam antar rata-rata kelompok anak dalam famili  
 k = jumlah individu dalam famili

### Estimasi Respons Seleksi (R)

Nilai respons seleksi diestimasi menggunakan rumus Falconer (1981) sebagai berikut:

$$R = S \times h^2$$

di mana:

R = respons seleksi  
 S = diferensial seleksi  
 h<sup>2</sup> = heritabilitas

### Standard Error (SE)

Standard error untuk heritabilitas (SE) dianalisis dengan metode Becker (1984):

$$SE = 2(1-t)[1+(n-1)t]\sqrt{2/[Nn(n-1)]}$$

di mana:

t = korelasi intraklas  
 n = jumlah individu  
 N = jumlah famili

### Analisis Data

Data-data dianalisis dengan metode *analysis of variance* menggunakan program SAS versi 5, proc. GLM.

### HASIL DAN BAHASAN

Pada penelitian ini hanya diperoleh 12 famili (Tabel 1), karena ada empat persilangan yang tidak memijah. Berdasarkan data bobot ikan gurami berumur 11 bulan tersebut diperoleh nilai koefisien keragaman berkisar antara 13,34%-32,58% dengan rata-rata 22,21%. Rataan bobot populasi, standar deviasi, dan koefisien keragaman tertera pada Tabel 2.

Rataan bobot 12 famili hasil persilangan empat populasi ikan gurami menunjukkan perbedaan pertumbuhan bobot ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji lanjut Duncan famili MJ yaitu persilangan (Majalengka x Jambi) menunjukkan pertumbuhan terbaik, sedangkan yang

Tabel 2. Rataan bobot, standar deviasi dan koefisien keragaman 12 famili ikan gurami berumur 11 bulan

Table 2. Average weight, standard deviation, and coefficient of variance based on body weight of 12 families giant gourami

Famili Family	Rataan bobot populasi Individual weight of population (g)	Standar deviasi Standard deviation (g)	Koefisien keragaman Coefficient of variance (%)
MJ	439.68 <sup>a</sup>	122.77	27.92
TJ	384.65 <sup>b</sup>	85.88	22.33
KJ	380.40 <sup>b</sup>	85.98	22.60
KT	342.39 <sup>c</sup>	111.55	32.58
KK	341.66 <sup>c</sup>	49.60	14.52
MM	340.06 <sup>c</sup>	54.59	16.05
JK	336.39 <sup>c</sup>	85.31	25.36
KM	333.38 <sup>c</sup>	101.96	30.59
JM	326.79 <sup>c</sup>	76.83	23.51
TT	311.15 <sup>d</sup>	42.07	13.52
JJ	280.18 <sup>e</sup>	37.43	13.36
MK	270.41 <sup>e</sup>	65.66	24.28
<b>Rataan</b>	<b>340.59</b>	<b>76.64</b>	<b>22.22</b>

Keterangan: Kode yang sama (KK, JJ, MM, TT) merupakan famili galur murni. Kode yang berbeda merupakan hibridanya. K= Kalimantan; J= Jambi; M= Majalengka; T= Tasikmalaya. Total individu yang diukur sebanyak 2.663 ekor dari 12 famili, dengan masing-masing famili bervariasi antara 183-300 ekor. Nilai dengan kode superscript sama adalah tidak berbeda nyata

Description: The same code (KK, JJ, MM, TT) was a pure line families. Different codes were hybrids. K= Kalimantan; J= Jambi; M= Majalengka; T= Tasikmalaya. Total individuals measured was 2,663 from 12 families, with each family varies between 183-300 individu. Values with the same superscript are not significantly different

Tabel 3. Rataan bobot populasi, ukuran *cut-off* bobot, bobot rata-rata terseleksi, dan diferensial seleksi pada ikan gurami umur 11 bulan

Table 3. Average of population weight, cut-off value, selected individual weight, and selection differential at 11 months age of giant gourami

Famili Family	Rataan bobot populasi Individual weight of population	Nilai <i>cut-off</i> bobot Cut-off value of body weight (g)	Rataan bobot terseleksi Selected individual weight (g)	Diferensial seleksi Selection differential	
				(g)	(%)
MJ	439.68	565	623.56	183.88	41.8
TJ	384.65	475	519.64	134.99	35.1
KJ	380.40	467	497.27	116.87	30.7
KT	342.39	457	516.67	174.28	50.9
KK	341.66	394	429.77	88.11	25.8
MM	340.06	395	451.28	111.22	32.7
JK	336.39	422	458.31	121.93	36.2
KM	333.38	435	524.91	191.53	57.5
JM	326.79	404	438.79	112.00	34.3
TT	311.15	355	389.42	78.27	25.2
JJ	280.18	318	355.50	75.32	26.9
MK	270.41	336	372.61	102.21	37.8
<b>Rataan</b>	<b>340.59</b>	<b>418.58</b>	<b>464.81</b>	<b>124.22</b>	<b>36.0</b>

paling rendah adalah famili MK (Majalengka x Kalimantan).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa ikan gurami galur murni memiliki nilai koefisien keragaman relatif lebih rendah dibandingkan hasil persilangannya. Ikan gurami asal Jambi mempunyai nilai koefisien keragaman yang paling rendah diikuti populasi Tasikmalaya, Kalimantan, dan Majalengka. Rendahnya nilai keragaman ikan gurami tersebut dapat disebabkan karena populasi tersebut telah dilakukan proses domestikasi sebagai ikan budidaya. Namun demikian, Nugroho & Kusmini (2007) menyatakan bahwa ikan gurami populasi Batanghari (Jambi) mempunyai variasi genetik yang lebih tinggi dibandingkan ras Bluesafir, Paris, dan Bastar. Pembentukan populasi dasar dengan menggabungkan beberapa strain/populasi diarahkan untuk meningkatkan keragaman genetik, sehingga dapat meningkatkan efektivitas program seleksi. Keragaman genetik suatu populasi memengaruhi kemampuan adaptasi dalam merespons perubahan lingkungan untuk dapat hidup, baik di habitat asli maupun di luar lingkungan alamnya. Populasi dengan keragaman genetik yang tinggi memiliki peluang hidup yang lebih tinggi, karena banyak alternatif gen atau kombinasi gen yang tersedia untuk merespons perubahan kondisi lingkungan yang dihadapi (Dunham, 2011).

Dari hasil perhitungan ANOVA data pengamatan pada karakter bobot umur 11 bulan mendapatkan nilai estimasi heritabilitas ( $h^2$ ) sebesar  $0,4991 \pm 0,1263$ . Menurut Falconer & Mackay (1996), nilai tersebut termasuk kategori tinggi. Nilai ini memberikan indikasi bahwa karakter bobot ikan gurami pembentuk populasi dasar mempunyai nilai pewarisan yang tinggi untuk diteruskan kepada keturunan berikutnya yang berarti proses seleksi akan efektif.

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan nilai estimasi respons seleksi ( $R$ ) sebesar 61,998 g atau 18,2%. Hal ini berarti pada generasi kedua akan menghasilkan keturunan yang tumbuh lebih cepat 18,2% dibandingkan populasi kontrol. Dengan demikian pada generasi ke-2 rata-rata populasi diestimasi akan meningkat dari 340,59 g menjadi 402,6 g pada umur 11 bulan.

## KESIMPULAN

Populasi dasar ikan gurami yang dibentuk dari empat populasi berbeda memiliki nilai estimasi heritabilitas yang tinggi, yakni 0,4991 dan nilai estimasi respons seleksi sebesar 62 g (18,2%).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada teman-teman teknisi gurami yang telah bekerja dengan penuh

kesabaran dan dedikasi yang tinggi. Penelitian ini dibiayai dana DIPA Balai Penelitian Pemuliaan Ikan tahun anggaran 2015.

#### DAFTAR ACUAN

- Becker, W.A. (1984). Manual of quantitative genetics. 4th edition. Academic Enterprises, Pullman. Washington, 188 pp.
- Dunham, R.A. (2011). Aquaculture and fisheries biotechnology: genetic approach. CAB International, 456. Wellngford, UK.
- Falconer, D.S., & Mackay, F.C. (1996). Introduction to quantitative genetics. Longman Group Ltd. Malaysia, p. 65-71.
- Falconer, D.S. (1981). *Introduction to Quantitative Genetics*, Ed. 2 Longmans Green, London/ New York.
- Friars,, G.W., & Smith, P.J. (2010). Heritability, correlation and selection response estimates of some traits in fish populations. [http://www.huntsmanmarine.ca/wp-content/uploads/2015/07/friarssmith\\_final\\_ms.pdf](http://www.huntsmanmarine.ca/wp-content/uploads/2015/07/friarssmith_final_ms.pdf).
- Gheyas, A.A., Woolliams, J.A., Taggart, J.B., Sattar, M.A., Das, T.K., McAndrew, B.J., & Penman, D.J. (2009). Heritability estimation of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Aquaculture*, 294(3-4), 187-193.
- Gjedrem, G., & Baranski, M. (2009). Selective breeding in aquaculture: an introduction. 1st Edition.
- Gjedrem, T. (2005). Selection and Breeding Programs in Aquaculture. Springer, 365 pp. Science + Business Media B.V. Springer, p. 7-18.
- Hofer, A. (1998). Variance component estimation in animal breeding: a review. *J. Anim. Breed. Genet.*, 115, 247-266.
- Kusmini, I.I., Hadie, L.E., Hadie, W., & Kristanto, A.H. (2000). Karakterisasi dalam karakter fenotipe beberapa ras ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang berpotensi dalam budidaya dengan analisis truss morfometrik. *Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Plasma Nutfah*. Bogor, hlm. 614-620.
- Lia, E. (2006). *Analisa keanekaragaman genetik ikan gurami (Osphronemus goramy Lac) varietas Bluesafir dengan menggunakan metode RAPD*. Skripsi. Jurusan Pendidikan Biologi. Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Bandung, 95 hlm.
- Nugroho, E., Satyani, D., & Rusmaedi. (1993). Evaluasi potensi genetik dari beberapa ras gurame. *Buletin Penelitian Perikanan Darat*, 12(1), 30-36.
- Nugroho, E., & Kusmini, I.I. (2007). Evaluasi variasi genetik tiga ras ikan gurami (*Osphorenemus gouramy*) dengan metodee isozyme. *J. Ris. Akuakultur*, 2(1), 51-57.
- Nugroho, E., Sundari, S., & Jatnika. (2011). Variasi genetik hibrida ikan gurame dianalisis dengan menggunakan marker RAPD. *J. Ris. Akuakultur*, 6(1), 1-6.
- Nugroho, E. (2011). Evaluasi variasi genetik ras-ras ikan gurami dengan menggunakan marker DNA. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*, XIII(2), 86-90.
- Warwick, E.J., Astuti, J.M., & Hardjosubroto, W. (1995). Pemuliaan ternak. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, hlm. 63-82.